محطة الكريمات الشمسية : منظور جغرافى

رضا سليمان السيد حسانين*

أ.د. محمد صدقى على الغماز**

الملخص :

تناولت الدراسة محطة الكريمات الشمسية وذلك من خلال دراسة التقنيات المستخدمة للأستفادة من الطاقة الشمسية، ثم أسباب اختيار الموقع والموضع الجغرافى لمحطة الكريمات الشمسية والتعرف على مكونات المحطة والمقومات الجغرافية التى ساعدت على توطن محطة الكريمات الشمسية، وقد أعتمدت الدراسة على مصادر المادة العلمية الخاصة بمحطة الكريمات الشمسية، وكذلك من خلال القيام بدراسة ميدانية تفصيلية للمحطة وقد رصدت الدراسة بعض السلبيات وأوصت بضرورة تقييم هذا المشروع ومعالجة السلبيات.

---

* مدرس مساعد بقسم الجغرافيا، كلية الآداب – جامعة عين شمس.

** أستاذ الجغرافيا الاقتصادية، كلية الآداب – جامعة عين شمس.

المقدمة :

مما لا شك فيه أن تأمين مصادر جديدة للطاقة بشكل آمن ونظيف من أكبر التحديات التى تواجه عالم اليوم، وذلك لتقليل الأعتماد على البترول الذى يتقلص إنتاجه بمرور الأيام، ومصادر الطاقة الجديدة والمتجددة، هى مصادر طبيعية دائمة وغير ناضبة ونظيفة لا ينتج عن استخداماتها المختلفة تلويث للبيئة.

وقد بدأ أهتمام الدولة ممثلة فى وزارة الكهرباء والطاقة منذ نهاية سبعينيات القرن الماضى بإستخدام مصادر الطاقات المتجددة وقد انشئت هيئة متخصصة لذلك هى هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة عام ١٩٨٦م لتختص بتطوير وإقامة تقنيات الطاقة الجديدة والمتجددة طبقا للظروف المحلية، وتنمية إستخدام مصادرها، مع تعميق القدرات المحلية لإنتاج وتطوير وإستخدام معداتها فى المجالات التطبيقية المختلفة، والمساهمة فى الحد من إستهلاك الوقود الأحفورى وبالتالى حماية البيئة من التلوث (رفيق يوسف جورجى٢٠٠٠م، ص ١١٣).

وتستخدم الطاقة الشمسية مباشرة فى كل من التطبيقات الآتية: التدفئة، إضاءة المبانى، تسخين المياه، إنتاج الحرارة والبخار الذى يستخدم فى العمليات الصناعية وفى توليد الكهرباء حرارياً، وإنتاج المياه العذبة من البحار المالحة، كما تستخدم الطاقة الشمسية فى إنتاج الكهرباء مباشرة عن طريق الخلايا الفوتوفولتية حيث يمكن أن تستخدم فى حفظ وتجميد الطعام والدواء لحوالى ١.٨ مليار من سكان العالم. وهناك اتجاه عالمى يهدف إلى أن يصل إجمالى الطاقة الشمسية المنتجة إلى ١٠٠ ألف ميجاوات من المركزات الشمسية بحلول عام ٢٠٢٥م.

ولهذا فقد تبنت وزارة الكهرباء والطاقة المصرية برنامجا لتوليد الكهرباء من الطاقة الشمسية من خلال تنفيذ أول مشروع تطبيقى لتوليد الكهرباء من الطاقة

الشمسية الحرارية بمنطقة الكريمات بمركز أطفيح والذى بلغ أول إنتاج له من الكهرباء عام ٢٠١٠/٢٠١١م نحو ٢٠٦ مليون ك.و.س تمثل ٠.٢٥٪ من جملة الطاقة الكهربائية المولدة فى مصر.

منطقة الدراسة :

تقع محطة الكريمات الشمسية على الجانب الشرقى لنهر النيل داخل النطاق الأدارى لوحدة البرمل المحلية، جنوبى مركز أطفيح بمحافظة الجيزة، وتبعد نحو ٩٥ كليو مترا جنوب مدينة القاهرة، وحوالى ٢٥ كيلو مترا من مدينة بنى سويف جنوب غرب المحطة التى توطنت فى شمال الصيد بالقرب من إقليم القاهرة الكبرى وذلك على موقع على الحافة الغربية للهضبة الشرقية (حمدى كمال هاشم، ٢٠٠٨م، ص ٣٤٣).

أهداف البحث :

١- التعرف على التقنيات المستخدمة للاستفادة من الطاقة الشمسية.
٢- التعرف على أسباب أختيار الموقع الجغرافى لمحطة الكريمات الشمسية
٣- التعرف على مكونات محطة الكريمات الشمسية
٤- التعرف على المقومات الجغرافية التى ساعدت على توطن محطة الكريمات الشمسية.

اولاً : الاشعاع الشمسى :

يتكون الإشعاع الشمسى من شقين حرارى، وضوئى، ويسقط من الشمس على الغلاف الجوى للكرة الأرضية طاقة تمثل ١٦٠٠ وات/م٢، وعند وصول الأشعة الشمسية إلى الغلاف الجوى الأرضى فإنها تصطدم بجزيئات الغازات

المكونة لطبقة الغلاف الجوى، والتى تمنع نفاد الأشعة الضارة إلى سطح الأرض، كما يعمل الغلاف الجوى أيضا على انعكاس حوالى ٣٠٪ من الطاقة الشمسية إلى الفضاء، ويمتص الهواء الجوى ٠.١٥٪ منها، أما صافى الطاقة الشمسية المتبقية والتى تبلغ ٦٩.٨٥٪ فإنها تصل إلى سطح الأرض بقيمة تصل فى حدود من ٢٠٠-١٢٠٠ وات/م٢ حسب جغرافية المواقع المختلفة (رئاسة الجمهورية، المجالس القومية المتخصصة، ٢٠٠١م، ص ١٢٧).

وتوجد فى مصر ستة عشر محطة لقياس الإشعاع الشمسى، ويبين الجدول (١) المتوسطات الشهرية لعدد ساعات سطوع الشمس فى اليوم. ويتبين أنه بدءاً من القاهرة وحلوان إلى أقصى الجنوب تتلقى معظم أنحائها أشعاعا شمسياً يتجاوز ٦ كيلووات ساعة/م٢/يوم، أما عدد ساعات سطوع الشمس فتتجاوز ٤٠٠٠ ساعة سنويا (محمد منير ثابت وأخرون، ٢٠٠٢م، ص ٥٢).

وتبلغ كمية الإشعاع الشمسى الساقط على مجمل مساحة مصر إلى ما يزيد على ٦ تريليون كيلووات ساعة يومياً أى ما يزيد على ١٠٠ ضعف الطاقة الكهربائية المولدة خلال عام ١٩٩٦/١٩٩٧م بأكمله (محمد محمود إبراهيم الديب، ١٩٩٣م، ص ٨٣١).

ويتضح أن زيادة عدد ساعات سطوع الشمس فى مصر بالاتجاه من الشمال للجنوب. أى أن عدد ساعات سطوع الشمس يتزايد بتناقص درجة خط العرض فى مصر شتاء، وفى الاعتدالين (الربيع، والخريف). ويرجع ذلك لعوامل مناخية منها حركة الشمس الظاهرية على مصر، ومرور الأعاصير الشتوية على شمال البلاد وبالتالى تلبد السماء بالغيوم (محمد محمود إبراهيم الديب،١٩٩٣م، ص ٨٣١).

جدول (١) : المتوسطات الشهرية لعدد ساعات سطوع الشمس فى اليوم فى بعض محطات الجمهورية (كيلووات ساعة/متر مربع/يوم).

المحطة / الشهور	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونيو	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	ديسمبر	متوسط سنوى
سيدى برانى	٦,٩	٧,٨	٧,٩	١٠,٣	١٠,٨	١٢,٢	١٢,١	١٢,١	١٠,٦	٩,٢	٨,٤	٦,٨	٩,٥
مرسى مطروح	٦,٩	٧,٧	٧,٩	١٠,٦	١٠,٦	١١,٧	١٢,١	١١,٩	١٠,٥	٨,٩	٨	٦,٤	٩,٣
الإسكندرية	٦,٤	٧,٨	٨,٢	٩,١	١٠,٦	١١,٨	١٢	١١,٣	١٠,٣	٩,٦	٧,٣	٦,٢	٩,٢
دمياط	٧,٢	٨,٣	٨,٤	٩,٧	١١,٤	١٢,٥	١٢,٣	١١,٩	١٠,٧	٩,٧	٨,١	٦,٦	٩,٧
بورسعيد	٧	٧,٨	٨,٤	٩,١	١١,٢	١٢,١	١٢,١	١١,٦	١٠,٥	٩,٧	٨	٦,٨	٩,٥
التحرير	٧,٤	٧,٩	٨,٨	٩,٨	١١	١٢,٢	١٢,٢	١١,٨	١٠,٦	٩,٦	٧,٨	٧,٢	٩,٧
طنطا	٧,٢	٨,١	٨,٧	٩,٩	١١	١١,٥	١٢	١١,٤	١٠,٧	٩,٥	٨,٣	٧,٢	٩,٧
بهتيم	٧	٨,٣	٨,٦	٩,٦	١٠,٨	١١,٩	١١,٨	١١,٢	١٠,٤	٩,٦	٨,٢	٧,٧	٩,٦
المطاعة	٧,٦	٧,٨	٨,٦	٨,٩	١١,٢	١١,٩	١١,٤	١١,٤	٩,٥	٩,٤	٨,٢	٧,٦	٩,٥
الجيزة	٧,٨	٨,٢	٨,٨	٩,٦	١١,٢	١٢,٢	١٢	١١,٥	١١,٥	٩,٨	٨,٥	٧,٧	٩,٨
سيوة	٨,٣	٩,٣	٩,١	٩,٣	١١,١	١٢,٣	١٢,٦	١٢	١٠,٧	٩,٧	٩,٧	٨	١٠,١
الخارجة	٩,١	٩,٧	١٠,٢	١٠,٤	١١,٥	١٢,٢	١٢,٤	١٢	١١	١٠,٦	٩,٩	٩,٥	١٠,٧
المنيا	٨,٧	٩,٤	٩,٥	١٠,١	١١,٤	١٢,٥	١٢,٦	١٢	١٠,٨	١٠,٢	٩,٢	٨,٣	١٠,٤
الغردقة	٩,٤	٩,٧	٩,٧	١٠,١	١١,٥	١٢,٨	١٢,٧	١٢,١	١١,٢	١٠,٤	٩,١	٩,١	١٠,٧
أسوان	٩,٤	٩,٢	٩,٤	١٠,٦	١١,٨	١٢,٤	١٢,٣	١١,٦	١٠,٩	١٠,٥	٩,٦	٩,٦	١٠,٦
العوينات	٧,٧	٨,٨	٩,٨	١٠,٣	١٠,٢	١٠	٩,٩	٩,٦	٩,٦	٩,٢	٧,٢	٧,١	٩,٢

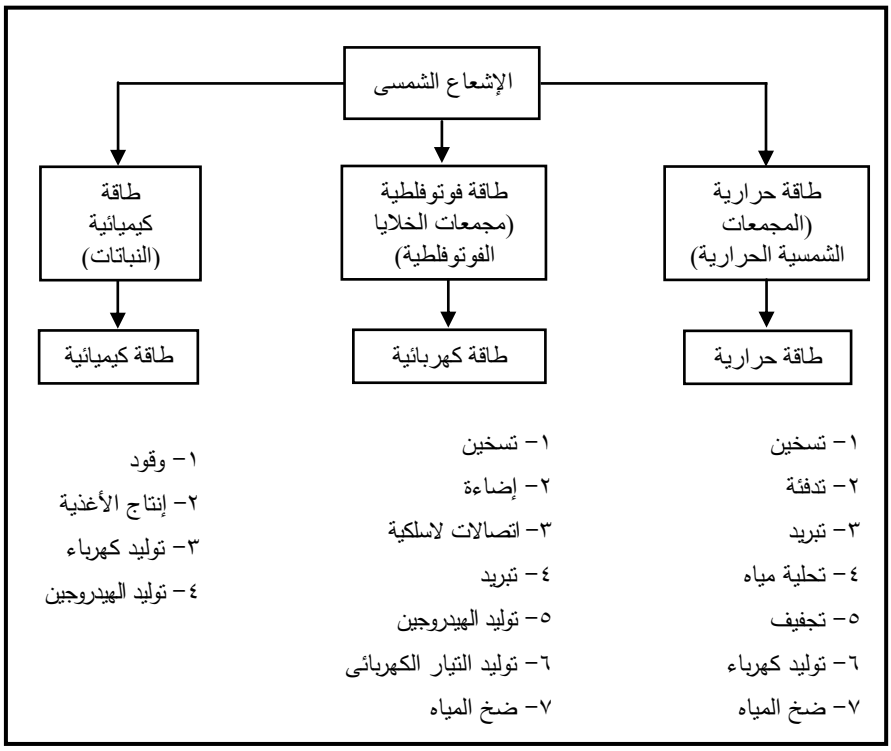
المصدر: محمد منير ثابت وآخرون، مصادر الطاقة فى مصر وآفاق تنميتها، مشروع مصر ٢٠٢٠، منتدى العالم الثالث، المكتبة الأكاديمية،٢٠٠٢م، ص ٥١.

وقد تم اصدار الأطلس الشمسى لمصر مشتملاً على قراءات تم حصرها على مدى سنوات لجميع مناطق الدولة ومتضمنا البيانات المتوقعة لكل أيام العام مثل: الإشعاع الشمسى، وساعات سطوع الشمس، وتظهر نتائج هذا الأطلس تراوح متوسط الاشعاع الشمسى المباشر العمودى بين ٢٠٠٠-٣٢٠٠ ك.و.س/م٢/السنة، ويتراوح معدل سطوع الشمس بين ٩-١١ ساعة/يوم، وهو ما يعنى توافر فرص الاستثمار فى مجالات الطاقة الشمسية المختلفة، وقد تبين من الأطلس أن منطقة الدراسة يتراوح متوسط الإشعاع الشمسى المباشر العمودى بين ٣١٠٢-٣٣٥٨ ك.و.س/م٢/السنة (Egyptian Solar Radiation Atlas, 1998, p. 176.). وتعد بذلك من المناطق المناسبة جداً فى مصر لاستغلال الطاقة الشمسية فى توليد الطاقة الكهربائية.

وحتى يمكن استغلال الإشعاع الشمسى يتطلب تصميم أنظمة للطاقة الشمسية المتكاملة لتوليد وتخزين الكهرباء ومن ثم تحويلها من تيار مستمر إلى تيار متردد/متغير مثل الكهرباء التى نستخدمها فى منازلنا جميعاً، والإشعاع الشمسى أمكن تحويله إلى طاقة: حرارية، وفوتوفولطية[١]، وكميائية، ويتضح ذلك من تتبع الشكل رقم (١).

عندما قامت هيئة اليونسكو فى عام ١٩٩٣م، بمبادرة عالمية أطلق عليها "منظومة القمة العالمية للشمس" وتتمثل أهداف هذه المنظومة فى تعزيز الفهم العالمى للدور الذى يمكن أن تلعبه الطاقة الشمسية بمختلف أشكالها كتوفير الطاقة النظيفة والتقليل من إنبعاثات الغازات الملوثة، وتحسين ظروف الحياة لملايين البشر وخاصة سكان الريف وتحسين الخدمات الصحية وتعزيز التنمية الاقتصادية والاجتماعية (محمد المعالج، ١٩٩٨م، ص ٥).

(١) الخلايا الشمسية يطلق عليها فوتوفلتية أو كهروضوئية أو فولت ضوئية والكل يؤدى إلى معنى واحد وهو توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية.



شكل (١) : منظومة الإشعاع الشمسى.

ثانياً : تطبيقات استخدام الطاقة الشمسية :

انعكس هذا الاهتمام من قبل هيئة اليونسكو على المنطقة العربية حيث أقر اجتماع منطقة البحر الأبيض المتوسط الذى انعقد فى مدينة سوسة بتونس فى يناير ١٩٩٥م على تأسيس المجلس الشمسى المتوسطى ومن أهم المشاريع التى تمت المصادقة عليها إنارة الريف بالطاقة الشمسية بالمنطقة العربية ويهدف هذا المشروع إلى تزويد سكان المناطق النائية غير المرتبطة بالشبكات الوطنية بالكهرباء الفتاضوئية، حيث تساهم هذه العمليات بعد تعميمها فى تحسين ظروف المعيشة وتقليل عزلة هؤلاء السكان وربطهم بوسائل الاتصال والإعلام وكذلك فى تقليل الهجرة

إلـى المـدن (محمـد المعـالج، ١٩٩٨م، ص ١٨). وقـد بـدأت مصـر فـى إسـتخدام تطبيقات الطاقة الشمسية وإنشاء العديد من المشاريع لإستغلال الطاقة الشمسية وكان أهمها أنشاء محطة الكريمات الشمسية.

١) تخزين الطاقة الشمسية :

فكر العلماء فى البحث عن طريق لتخزين حرارة الشمس حتى يمكن الإستفادة منها فى المساء أو عند تكاثف السحب، فوجدوا فى بعض المواد الكيميائية القدرة على الاحتفاظ بدرجات الحرارة المكتسبة فترات طويلة مثل كبريتات الصوديوم المعروف بأسم ملح جلوبير، وقد نجح العلماء فى تحويل الحرارة الشمسية إلى طاقة كهربائية يمكن الاستفادة منها فى الإضاءة وتشغيل أجهزة الراديو والتلفزيون، والآلات الحاسبة، وأبسط الطرق فى هذا الغرض إستخدام الحرارة الشمسية فى تسخين الماء لدرجة الغليان ثم تمرير بخار الماء خلال مولدات للكهرباء، وحديثاً أمكن الحصول على الطاقة الكهربائية بإستخدام المزدوجات الحرارية، والتى تتكون من معدنيين متصلين، فعندما يسخن أحد الطرفين الملتحمين بأشعة الشمس يتولد تيار كهربائى.

وقد أمكن بذلك صناعة البطاريات الشمسية وتتكون البطارية من عدد من الخلايا الكهروضوئية وإستخدمت هذه البطاريات فى تحويل الضوء إلى تيار كهربائى استخدم فى إمداد الأقمار الصناعية وسفن ومحطات الفضاء بحاجتها من الكهرباء، كما يستخدم حالياً على نطاق واسع فى تشغيل الساعات والحاسبات الإلكترونية (حسين العروسى، ٢٠٠٢م، ص ص ٩٢-٩٣).

وقد تميزت الطاقة الشمسية بأنها طاقة نظيفة لا تسبب أى تلوث للبيئة وأنها مستمرة لا تنضب أو تتناقص بكثرة الاستخدام، ولهذا تسمى طاقة متجددة وهى متاحة للإستخدام فى معظم أنحاء الأرض، ولهذا لا تحتاج إلى نقل، كما أنها لها مستقبل

واعد بسبب القيود التى وضعها المجتمع الدولى على استخدامات الطاقة التقليدية بسبب تلوث البيئة (حلمى السيد جاد، ٢٠٠٣م، ص ٧).

٢) توليد الكهرباء من الطاقة الشمسية الحرارية :

تبين أن هناك ثمان طرق مختلفة للاستفادة من الشق الحرارى من الأشعاع الشمسى الواصل إلى الأرض فى توليد الطاقة الكهربائية، حيث قامت وزارة الكهرباء فى مصر بإختيار أحد هذه الطرق لكى يتم على أساسها تصميم محطة الكريمات الشمسية، وفيما يلى عرض موجز لهذه التقنيات المختلفة والنواحى الاقتصادية والبيئية المصاحبة لاستخدامها (رئاسة الجمهورية، المجالس القومية المتخصصة،٢٠٠١م، صفحات متفرقة):

أ- نظم البرك الشمسية لتوليد الكهرباء وإزلة ملوحة الماء :

تتكون البرك الشمسية من مسطحات مائية مالحة لعمق يصل إلى ٣ أمتار، تتوافر بها ثلاث طبقات من المياه تتدرج فيها درجة ملوحة الماء. ففى الطبقة العليا تتوافر مياه البحر المالحة العادية، وفى الطبقة الوسطى يرتفع تركيز ملوحة المياه لتصل إلى درجة التشبع وتعرف بالطبقة المانعة لانتقال الحرارة، أما فى الطبقة السفلى فتتوافر بها مياه شديدة الملوحة. وعند سقوط أشعة الشمس على الطبقة العليا، تنفذ لتصل إلى الطبقة السفلى شديدة الملوحة عبر الطبقة الوسطى.

وتقوم هذه الأشعة بتسخين المياه بها بينما تقوم الطبقة الوسطى بمنع انتقال الحرارة من أسفل إلى أعلى بتيارات حمل المياه نظرا لتشبعها بالملح، وبذلك تختزن الطاقة الحرارية بالطبقة السفلى. فترتفع درجة حرارة الماء بها لتصل إلى حوالى ٩٠°م، وبإمداد مياه عادية بدرجة حرارة الجو داخل مبادل حرارى موجود فى الطبقة السفلى يمكن الحصول على مياه ساخنة حتى ٨٥°م، ويمكن استخدام هذه الحرارة بصورة مباشرة للأغراض الصناعية المختلفة أو لتوليد الكهرباء باستخدام تربينات خاصة. وهذه الطريقة غير مطبقة بمصر ولا منطقة الدراسة.

ب- نظم البرك الشمسية الضحلة :

عمق هذه البرك لا يتجاوز ٥٠ سم بها مياه عذبة مغطاه بطبقة سمكها حوالى ١٥ سم من مادة بلاستيكية شفافة خفيفة مصنوعة على هيئة أقراص شمع خلية النحل، وتغطى كل البركة بزجاج مخصوص تقل فيه نسبة الحديد حتى لا يمتص الحرارة. وتتميز تلك الطبقة البلاستيكية الشفافة بأنها تسمح بمرور أشعة الشمس من أعلى إلى أسفل، بينما تقوم بمنع توصيل الحرارة من أسفل إلى أعلى أى أنها تسمح بمرور الحرارة فى اتجاه واحد. وعند مرور أشعة الشمس عبر الغطاء الزجاجى ثم الأشعة إلى طبقة المياه داخل الحفرة، تقوم بتسخين المياه العذبة. ويقوم الغطاء البلاستيكى بعزل الحرارة داخل المياه، بينما يقوم الغطاء الزجاجى بالحد من تأثير التيارات الهوائية على سطح المياه. وبإستخدام مبادلات حرارية أو خراطيم مياه بلاستيكية تمر بها مياه عند درجة حرارة الجو يمكن تسخين هذه المياه والحصول على مياه ساخنة تصل درجة حرارتها إلى ٧٥°م، يمكن استخدامها للأغراض الصناعية المختلفة. ولم يتم استخدام هذا الأسلوب فى مصر أو منطقة الدراسة.

ج- نظم المداخن الشمسية :

يتكون المنشأ من صوبة ذات غطاء زجاجى تدخل الحرارة الشمسية إليها فتسخن الأرضية، ولكن الحرارة المنعكسة على الأرضية لا تستطيع الخروج من سقف الصوبة فتتحبس فى الداخل، وترتفع درجة حرارة الهواء فيحاول الارتفاع إلى أعلى فتستقبله مدخنة ترتفع من منتصف الصوبة إلى مسافات كبيرة نسبياً فيندفع الهواء الساخن داخلها ويدير تربينات هوائية تركب داخل مدخنة تتصل بمولدات للكهرباء. وهذه الطريقة غير مطبقة فى مصر أو بمنطقة الدراسة.

د- نظم المجمعات الشمسية المفرغة :

تستخدم هذه المجمعات أنابيب زجاجية مفرغة بداخلها السطح الماص للحرارة، وهو مغطى بمادة خاصة تساعد على زيادة امتصاص الإشعاع الشمسى الساقط عليها

عبر الأنابيب الزجاجية، ويقوم الفراغ الموجود داخل الأنبوب بدور العازل الجيد للحرارة، مما يقلل من الفقد ويرفع من كفاءة تلك المجمعات. وتستخدم فى الأغراض الصناعية وإدارة المضخات لرفع المياه، وكذلك فى توليد الكهرباء والتبريد الشمسى وتحلية المياه. ونظرا لارتفاع تكلفة هذه المجمعات وصعوبة تصنيعها لم يتم استخدامها فى مصر أو منطقة الدراسة.

هـ- نظم الطاقة الشمسية غير الفعالة (العمارة الشمسية) :

يمكن خفض استهلاك الطاقة فى مجالات تكييف الهواء وتسخين المياه والتهوية، وكذلك أحمال الإنارة إذا صممت المبانى بطريقة علمية سليمة واستخدمت فيها مواد عازلة عزلا جيدا للحرارة، ويستدعى استخدام تلك النظم وجود مواد متطورة وتصميمات خاصة للمبانى، وعلى أن تكون المكونات الأساسية لهذه النظم جزءا متكاملا مع المبنى ككل. وكذلك تعزل الأرضية للحفاظ على حرارة المبنى داخله، مع استخدام دهانات من مواد عاكسة حرارياً كما يمكن تغطية الشبابيك والواجهات بمواد مصنوعة من السليكون الشفاف تعمل على مرور الضوء بالدرجة المطلوبة، وفى الوقت نفسه تقوم بتوليد كهرباء منها لكونها من أنواع الخلايا الفوتوفلطية، وقد استخدمت هذه الطريقة فى كل من: الولايات المتحدة الأمريكية، وألمانيا، حيث أثبتت النتائج التى تم الحصول عليها توفير من ٣٠ إلى ٤٠٪ من استهلاك المبانى من الطاقة، ونظراً لكونها من التكنولوجيات المتقدمة لم يتم استخدامها فى مصر، أو بمنطقة الدراسة.

و- نظم المستقبلات المركزية (البرج المركزى) :

يتكون نظام المستقبل المركزى من مستقبل واحد موضوع على قمة برج مرتفع ويحيط به حقل من المرايا العاكسة لأشعة الشمس، وحينما تتركز أشعة الشمس

المنعكسة من المرايا على سطح واحد فإنه يمكن الوصول بدرجة حرارة المستقبل إلى ٥٠٠ إلى ٦٠٠°م، أو يزيد. وتنقل الحرارة بواسطة مبادلات حرارية إلى الماء ليتحول إلى بخار مرتفع الحرارة ومحمص يمكنه إدارة التربينات البخارية لتوليد الكهرباء، وهى مناسبة بيئياً حيث لا ينتج عنها غازات حابسة للحرارة، ولم يتم استخدام هذه التكنولوجيا فى مصر أو منطقة الدراسة، حيث ما زالت هذه الطريقة فى مرحلة البحث والتطوير.

ز- نظم المركزات الطبقية (الأطباق المركزة ذات القطع المكافئ) :

فى هذا النظام يغطى سطح الطبق الداخلى بمرايا عاكسة تقوم بتجميع وتركيز أشعة الشمس الساقطة على مستقبل مركزى يوضع فى بؤرة الطبق ذى القطع المكافئ، ويتابع هذا الطبق مسار الشمس على محورين أفقى ورأسى آلياً وتصل درجة التركيز إلى ما بين ٦٠٠ إلى ٢٠٠٠، وتنتج حرارة ما بين ١٥٠٠ إلى ٢٠٠٠°م. وقد قامت بعض الشركات باستخدام هذه الأطباق، بوضع ألة حرارية ميكانيكية فى البؤرة لإنتاج من ٧ إلى ١٠ ك.و. ثم زادت القدرة إلى ٢٥ ك.و.

وتستخدم فى توليد الكهرباء بكميات مناسبة للتجمعات الصغيرة والاستخدامات المحددة، خاصة فى المناطق النائية. كما يمكن استخدام هذه التكنولوجيا لتوليد البخار للعمليات الصناعية المختلفة المحدودة. ولم يتم استخدام هذا الاسلوب فى مصر أو منطقة الدراسة، حيث تتركز التطبيقات المتاحة حاليا فى أمريكا وأوربا.

ح- نظم الأحواض المركزة ذات القطع المكافئ الاسطوانى :

وهذا النظام هو ما استقر فى مصر عليه وتم تطبيقه فى محطة الكريمات الشمسية، ويستخدم هذا النظام الأحواض المفتوحة طوليا ذات القطع المكافئ. ويقوم الحوض بتركيز أشعة الشمس على المستقبل المكون من أنبوب زجاجى مفرغ تفريغا

شبه كامل داخله أنبوب من الصلب الذى لا يصدأ، تمر داخلها المياه أو السائل الناقل للحرارة، وتوضع هذه الأنبوبة طولياً فى الخط البؤرى للحوض. وحينما تنفذ أشعة الشمس المنعكسة من الأنبوب الزجاجى وتتجمع على الأنبوب المصنوع من الصلب، تقوم بتسخينه وبالتالى تسخن المياه أو السائل الناقل للحرارة بداخله، ويقوم الفراغ حول هذا الانيوب بعزل الحرارة عزلاً جيداً وبذلك يقل الفقد عند نقل الحرارة، ويمكن الوصول إلى ٤٠٠°م أو أكثر، وحينئذ يمكن توليد بخار محمص يستخدم لإدارة التربينات البخارية لتوليد الكهرباء بكميات كبيرة، وتستخدم غلايات إضافية تعمل بالوقود التقليدى لضمان استمرارية توليد الكهرباء فترة عدم سطوع الشمس، مما يزيد من اقتصاديات الاستخدام لها.

ويشغل هذا النوع من المحطات مساحة كبيرة تصل إلى ٢٥.٦ ألف متر مربع لكل ميجاوات واحد، بالإضافة إلى أن الضوء المنعكس مبهر مما يزيد من أخطار الإصابة بالعمى، علاوة على أنها تنتج الغازات الحابسة للحرارة مثلها مثل المحطات التقليدية فى حالة تشغيل الغلايات أثناء فترة عدم سطوع الشمس. وعندما تبنت وزارة الكهرباء والطاقة برنامجاً لتوليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة، تمت الموافقة على تنفيذ أول مشروع تطبيقى لتوليد الكهرباء من الطاقة الشمسية الحرارية بمنطقة الكريمات بمركز أطفيح، وقد أبدى مرفق البيئة العالمى استعداده لتمويل هذا المشروع بمنحة لا ترد تقابل التكلفة الإضافية للمشروع بالمقارنة بمحطة تقليدية لتوليد الكهرباء تنتج الطاقة الكهربائية نفسها (التقرير الوطنى عن تطور أنشطة الطاقة الجديدة فى جمهورية مصر العربية، ١٩٩٩م، ص ٥٤).

وفيما يلى سنحاول التعرف على اسباب ومبررات اختيار الموقع والموضع الجغرافى للمحطة، والطرق المختلفة المستخدمة للاستفادة من الشق الحرارى من الإشعاع الشمسى الواصل إلى الأرض والتقنيات التى تعتمد عليها محطة الكريمات

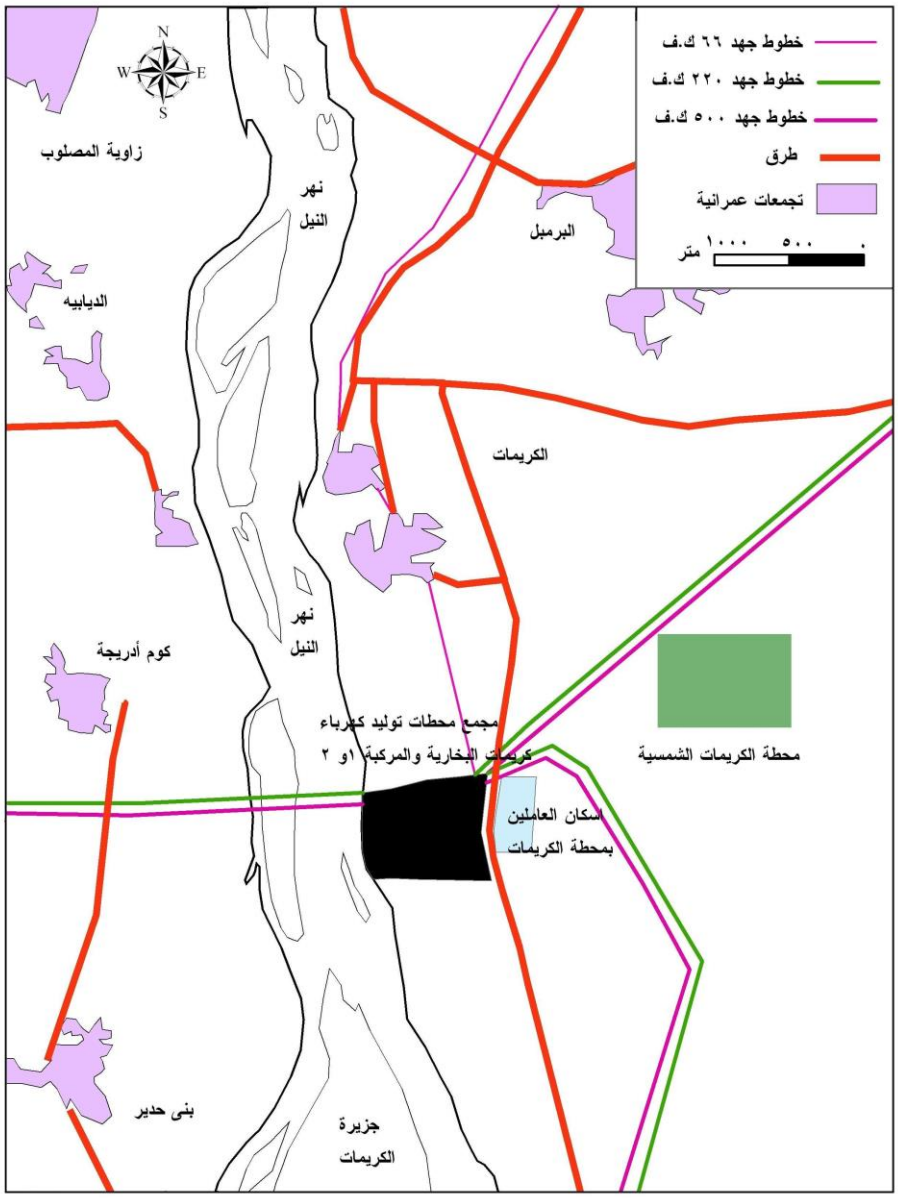
الشمسية، ومحاولة القاء الضوء عليها كأول مشروع تطبيقى تقنى للاستفادة من الموارد الطبيعية بمنطقة الدراسة من حيث ملامحها وسماتها الجغرافية.

ثالثاً : أسباب اختيار الموقع والموضع الجغرافى لمحطة الكريمات الشمسية

يتبين من الخريطة (٢) أن قرية الكريمات تقع شرق النيل مباشرة وضمن الحدود الإدارية لمركز أطفيح، ويحدها من الشمال قرية البرمبل ومن الجنوب منطقة صحراوية امتداد مركز أطفيح، ومن الغرب نهر النيل ومن الشرق الهامش الصحراوى الشرقى لمركز أطفيح. وتقع القرية محصورة بين دائرتى عرض ٤٥ً ١٥َ ٢٩° و ٥٠ً ١٧َ ٢٩° شمالاً وبين خطى طول ٤٧ً ١٢َ ٣١° و ٢١ً ١٢َ ٣١° شرقاً.

وأما الموقع الجغرافى لمحطة الكريمات الشمسية فيقع شرق محطة توليد الكريمات الحرارية بمسافة ١.٥ كيلو متر ولا يفصلها عنها سوى أرض صحراوية فضاء، وتبعد عن مدينة القاهرة بمسافة ٩٥ كيلو متر وحوالى ٢٥ كيلو متر عن مدينة بنى سويف.

وأما موضع المحطة الجغرافى فهو عبارة عن أرض صحراوية مستوية خالية من التضرس وهى عبارة عن أرض رملية صالحة للتأسيس وتربتها متماسكة إلى حدا كبير. وبعيدة عن مناطق التوسع الزراعى الأفقى وإختير هذا الموضع لوقوعه مجاورا لشبكة النقل الكهربائى التى تربط محطة الكريمات الحرارية بالشبكة القومية الموحدة (جهد ٦٦، ٢٢٠، ٥٠٠ ك.ف) حتى يمكن الاستفادة من البنية التحتية الكهربائية المتوفرة بالمنطقة. علاوة على توفر مساحة الأرض التى تكفى لإنشاء المحطة ومشتملاتها من التركيبات الميكانيكية والكهربائية، وكذلك توفر المياه اللازمة لادارة المحطة وتعويض فاقد الغلايات حيث تقع محطة الكريمات الشمسية على الجانب الشرقى لنهر النيل بمسافة ٢.٥ كيلو متر.



المصدر: الهيئة المصرية العامة للمساحة، لوحة الوسطى، مقياس١:٥٠٠٠٠ طبعة ١٩٩٥م.

شكل (٢) : الموضع الجغرافى لمحطة الكريمات الشمسية عام ٢٠١٠م.

وإذا أضفنا لذلك أن هذا الموضع الجغرافى يتلقى أعلى معدل اشعاع شمسى مباشر قدر بنحو ٢٤٠٠ ك.و.س/م٢/سنة وهو العامل الجغرافى الحاسم لاختياره ليكون موطن أول محطة لتوليد الكهرباء من الاشعاع الشمسى بالدولة.

وبجانب ما سبق أن هذا الموضع الجغرافى يقع مجاوراً لخط نقل الغاز الطبيعى لمحطة الكريمات الحرارية، وتم مد وصلة منه بطول ١.٥ كيلو متر لتغطية احتياجات محطة الكريمات الشمسية من الغاز الطبيعى.

ويرتبط هذا الموقع الجغرافى بشبكة للطرق البرية التى تربطها ببقية المركز ومنطقة الدراسة وهى طريق المنيا/الوسطى الذى يمتد من الجنوب إلى الشمال حتى قرية الكريمات ثم يتفرع إلى طريقين أحدهما صحراوى يمتد شمالاً حتى مشارف مدينة حلوان، والأخر طريق زراعى مجاوراً لنهر النيل حتى مشارف مدينة حلوان ويتلاقى مع طريق الكورنيش، أما الطريق الاخر فهو طريق الكريمات/الزعفرانة الذى يبدأ من قرية الكريمات ويتجه شرقاً حتى الزعفرانة على ساحل البحر الاحمر بطول ١٥٩ كيلو متر.

رابعاً : مكونات محطة الكريمات الشمسية

تعد هذه المحطة تطبيقا لنظام الأحواض المفتوحة طولياً على شكل قطع مكافئ وهى السطح المستقبل لأشعة الشمس الحرارية ويتبين ذلك من الصورة (١) التى توضح نظم الأحواض المفتوحة بالمحطة. ويعد المشروع أحد ثلاث مشروعات يجرى تنفيذها على مستوى قارة أفريقيا فى: المغرب، والجزائر ومصر، وتعتمد أساساً على ارتباط الدورة المركبة بالحقل الشمسى. وتضم محطة الكريمات قسمين هما المكون: الشمسى والحرارى.

المصدر: الدراسة الميدانية فى سبتمبر ٢٠١٠م.

صورة (١) : السطح المستقبل لأشعة الشمس الحرارية بمحطة الكريمات عام ٢٠١٠م.

١) المكون الشمسى :

قامت هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة فى النصف الثانى من أكتوبر ٢٠٠٧م بالتعاقد مع شركة أوراسكوم ومعها مجموعة من الشركات الأجنبية لتنفيذ أعمال المكون الشمسى بقدرة ٢٠م.و، وقد تكلف المكون الأجنبى حوالى ٦٦.٩٩٣ مليون دولار أمريكى تسدد من خلال قرض للحكومة المصرية بالإضافة إلى ٤٩.٨ مليون دولار أمريكى منحة من البنك الدولى، أى أن جملة الاستثمارات بالعملة الأجنبية ١١٦.٧ مليون دولار أمريكى، وأما الاستثمارات بالعملة المحلية فبلغت ١٨٧.٣٢٩ مليون جنيه للتصميم والتوريد والتنفيذ بالإضافة إلى عقد

التشغيل والصيانة لمدة عامين (هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، مصر، التقرير السنوى ٢٠٠٨/٢٠٠٩م، ص ١٧). أى أن إجمالى الاستثمارات المحققة لتنفيذ المكون الشمسى ٨٨٧.٥ مليون جنيه مصرى على اعتبار سعر صرف الدولار ست جنيهات.

٢) المكون الحرارى :

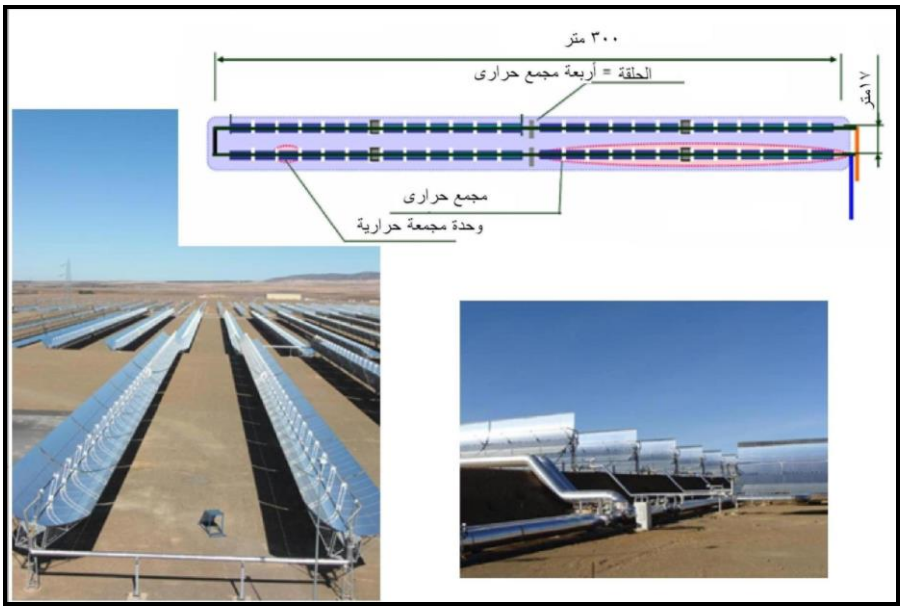
تعاقدت هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة فى نهاية سبتمبر ٢٠٠٧م مع شركة ابيردرولا الأسبانية على التنفيذ حيث بدأت الأعمال الميدانية للمكون الحرارى فى منتصف يناير ٢٠٠٨م وقد تم الإنتهاء من الأعمال المدنية والتركيبات الميكانيكية، وبالنسبة للمحطة الغازية تم الإنتهاء من غرفة المأخذ وخط الغاز المتفرع من الخط الرئيسى للمحطة بمعرفة شركة جاسكو(مقاول المشروع). وتبلغ قدرة المكون الحرارى ١٢٠ م.و، وبلغت الإستثمارات بالعملة الأجنبية ١٧٤.٨ مليون دولار فى صورة قرض ميسر من بنك اليابان للتعاون الدولى بفائدة سنوية ٠.٧٥٪ وفترة سماح عشر سنوات للحكومة المصرية وأن يتم السداد على مدار ٣٠ عاماً بالإضافة إلى ٢٨١ مليون جنيه ممولة من هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، بينما بلغت تكلفة المكون المحلى ٢٨١.٨٦ مليون جنيه وقد تم الأنتهاء من الإنشاءات ودخلت المحطة مرحلة تجارب التشغيل.

٣) التركيب والتشغيل :

تتألف محطة الكريمات الشمسية من قسمين الأول القسم الشمسى، والثانى محطة التوليد الغازية التى تعمل بالدورة المركبة.

أ- القسم الشمسى

ويتكون من ٤٠ حلقة Loop [١] وكل حلقة تتكون من خطين (شكل ٣)، وكل خط به أثنين من المجمعات الحرارية[٢] Complete Collector حيث يحتوى كل مجمع حرارى على ١٢ وحدة من الوحدات المجمعة الحرارية Collector وبذلك فإن إجمالى عدد الوحدات المجمعة الحرارية الموجودة بالمحطة تبلغ ١٩٢٠ وحدة مجمعة حرارية.



Source: Abohashish, M., Integrated Solar Combined Cycle of Kuraymat, New and Renewable Energy, Authority of Egypt, 12 July 2010, p. 3.

شكل (٣) : المجمعات الحرارية بمحطة الكريمات الشمسية.

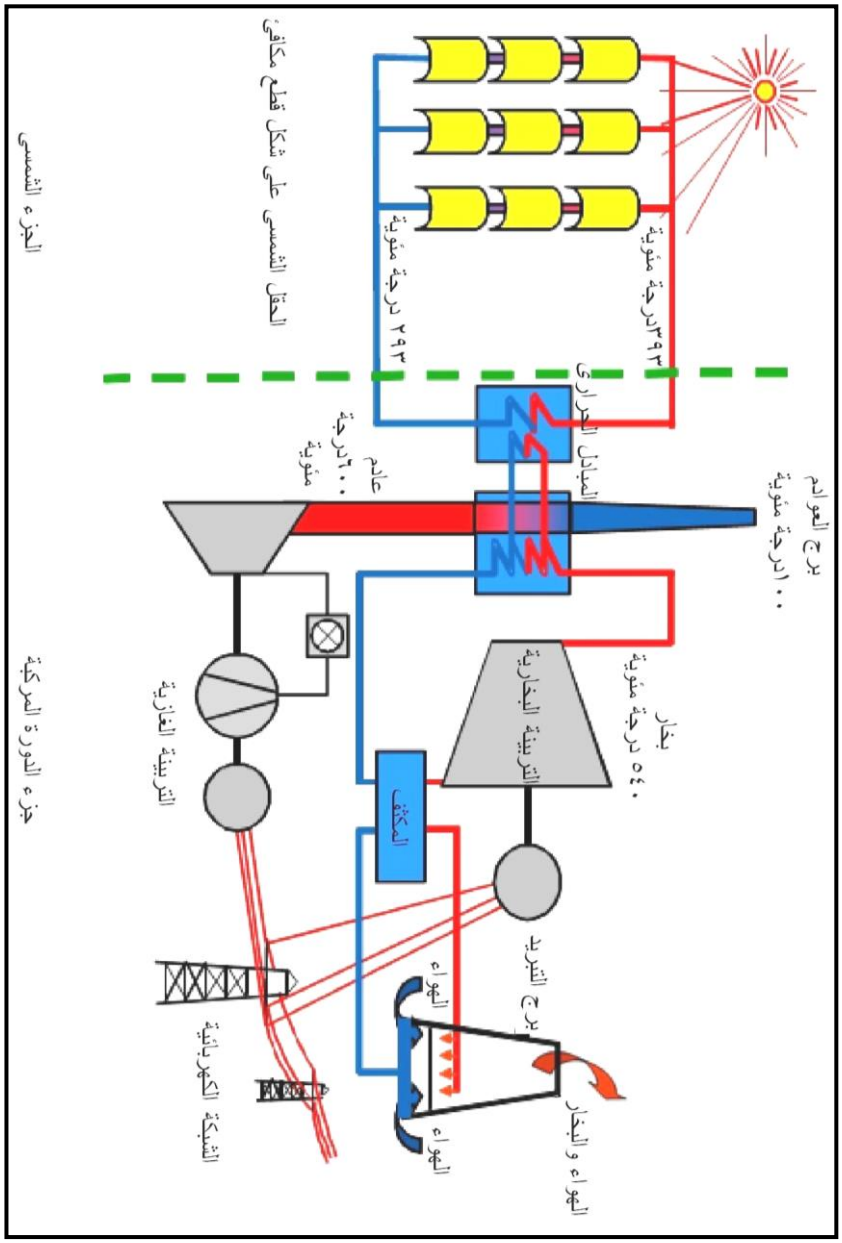
(١) Loop هى الوحدة الرئيسية بالمحطة الشمسية وهى على شكل قطع مكافئ حلقى به خطين كل خط به أثنين من المجمعات الحرارية.

(٢) المجمع الحرارى: هى الوحدة التالية الرئيسية المكونة للمحطة الشمسية حيث يحتوى كل مجمع حرارى على ١٢ وحدة من الوحدات المجمعة الحرارية التى تستقبل الأشعة الشمسية وتعكسها على أنبوبة من الصلب تحوى الزيت الذى يتم تسخينة لاستخدامة فى توليد الطاقة الكهربائية.

وعندما تسقط الأشعة الشمسية على المجمعات الحرارية يتم عكسها على أنبوبة من الصلب داخل أنبوب زجاجى مفرغ حيث يتم تسخينه وبالتالى تسخين الزيت الناقل للحرارة بداخله حيث تكون درجة حرارة هذا الزيت ٢٩٣ درجة مئوية ترتفع إلى ٣٩٣ درجة مؤية ويتجمع هذا الزيت داخل المبادل الحرارى والذى يقوم بتوصيل الزيت الساخن الى التربينة البخارية بعد أن تنتقل درجة حرارة الزيت إلى الماء الذى يتولد منه بخار محمص يستخدم لإدارة التربينة البخارية لتوليد الكهرباء بكميات كبيرة، وبعد أن تنخفض درجه حرارة الزيت إلى ٢٩٣ درجة مئوية يقوم المبادل الحرارى بأمراره ثانية إلى المجمعات الحرارية لكى يسخن مرة أخرى وهكذا، والشكل (٤) يوضح عملية تشغيل محطة الكريمات الشمسية.

وتحتاج المحطة الشمسية لكمية زيت تصل إلى ٣٨٠ متر مكعب، وهو زيت غالى الثمن يتم إستيراده من ألمانيا حيث يصل سعر برميل الزيت الواحد نحو ٥٠ ألف جنيه[١]، ولكى يتم تحريك هذا الزيت فى الأنابيب هناك ثلاث طلمبات تقوم بضخ الزيت من المبادل الحرارى إلى المجمعات الحرارية الشمسية ثم من المجمعات الحرارية الشمسية إلى المبادل الحرارى وهكذا، ويخزن هذا الزيت بواسطة خزان سعته ٢٥٠متر مكعب (صورة ٢)، وفى أثناء الليل يتم المحافظة على هذا الزيت من التجمد عن طريق سخان (صورة ٣)، حيث أن الزيت يتجمد عندما تنخفض درجة حرارته عن ٦٠°م أو عندما تنخفض درجة حرارة الجو عن ١٢°م. ويتم متابعة هذا السخان بحرص شديد من قبل الفنيين بالمحطة للأنه لو حدث تجمد لهذا الزيت سيتسبب فى خسائر جسيمة، خصوصا أنه غالى الثمن، بالإضافة إلى تلف المعدات والأنابيب التى يتجمد بها ويؤدى ذلك لزيادة تكلفة إنتاج الكيلو وات ساعة من الكهرباء المولدة من المحطة الشمسية.

(١) البيان مجمع من الدراسة الميدانية لمحطة الكريمات الشمسية فى شهر سبتمبر ٢٠١٠م.



Source: Abohashish, M., Op.cit, p5

شكل (٤) : مخطط يوضح عملية تشغيل محطة الكريمات الشمسية.

المصدر: الدراسة الميدانية للمحطة فى شهر سبتمبر ٢٠١٠م.

صورة (٢) : طلمبات ضخ الزيت عام ٢٠١٠م.

المصدر: الدراسة الميدانية للمحطة فى شهر سبتمبر ٢٠١٠م.

صورة (٣) : سخان حرارى للمحافظة على الزيت من التجمد عام ٢٠١٠م.

ب- قسم محطة التوليد الغازية التى تعمل بنظام الدورة المركبة :

أما بالنسبة للمكون الحرارى والمتمثل فى محطة التوليد الغازية التى تعمل بالدورة المركبة (صورة ٤) والتى يتم تشغيلها جنبا إلى جنب مع المحطة الشمسية وخصوصا فى فترات الليل وتتكون هذه المحطة من تربينتين أحدهما غازية تدار بواسطة الغاز الطبيعى وتبلغ قدرتها ٨٠م.و، والاخرى تربينة بخارية وقدرتها ٤٠م.و وتعمل هذه التربينة بواسطة عوادم الأحتراق الناتجة من المحطة الغازية والتى تصل حرارتها إلى ٦٠٠ درجة مئوية ثم تتجمع مع الزيت الساخن القادم من المحطة الشمسية والتى تصل درجة حرارته ٣٩٣ درجة مؤية فى داخل المبادل الحرارى والذى ينتج بخار محمص درجة حرارته ٤٥٠ درجة مؤية الذى يقوم بتشغيل التربينة البخارية (محطة الكريمات الشمسية، الشئون الفنية،٢٠١٠م).

المصدر: الدراسة الميدانية للمحطة فى شهر سبتمبر ٢٠١٠م.

صورة (٤) : محطة التوليد الغازية التى تعمل بالدورة المركبة تمثل الجانب الحرارى من المحطة الشمسية عام ٢٠١٠م.

وفيما يلى عرض للمتغيرات الخاصة بمحطة الكريمات بشقيها الحرارى والشمسى.

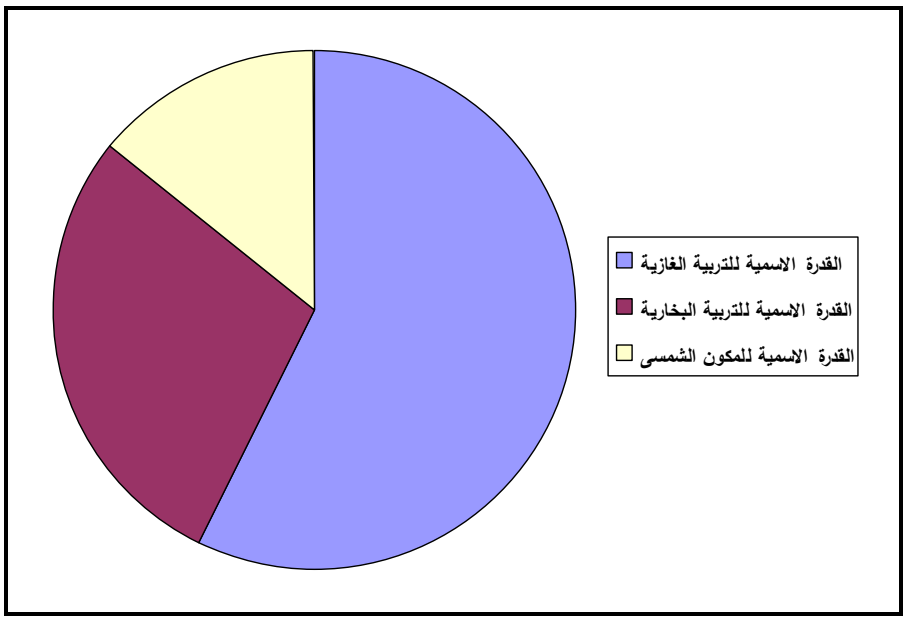
جدول(٢) : محطة الكريمات الشمسية عام ٢٠١٠م.

المتغيرات	وحدة القياس
قدرة المكون الشمسى	٢٠ م.و
قدرة التربينة الغازية	٨٠ م.و
قدرة التربينة البخارية	٤٠ م.و
إجمالى قدرة المحطة	١٤٠ م.و
الطاقة المنتجة من المكون الشمسى	٣٤مليون ك.و.س
الطاقة الاجمالية المنتجة	٨٥٢مليون ك.و.س
الوفر السنوى فى استهلاك الوقود البترولى	حوالى ١٠٠٠٠طن بترول مكافئ/سنوياً

المصدر:

- محطة الكريمات الشمسية، الشئون الفنية، بيانات غير منشورة، مصدر سابق.
- هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير السنوى ٢٠٠٨/٢٠٠٩م، مصدر سابق، ص ١٨.

ويتبين من الجدول(٢) والشكل (٥) أن قدرة المكون الشمسى من المحطة يبلغ ٢٠ م.و يمثل ١٤.٣٪ من جملة القدرات الاسمية للمحطة وعلى الرغم من صغر هذه النسبة ولكن نظراً لكونها تقنية جديدة لاستغلال مورد غير ناضب وهو طاقة أشعة الشمس الذى يحقق وفراً فى الوقود يقدر ١٠٠٠٠ طن بترول مكافئ/سنوياً يجعل من هذه النسبة بالرغم من صغرها تعد شئ جيد لاستغلال مورد متجدد وغير ناضب وهو الطاقة الحرارية للشمس، هذا فضلاً عن الاعتبارات البيئية للتقليل من إنبعاثات غاز ثانى أكسيد الكربون فى الغلاف الجوى نتيجة توفير هذا القدر من الوقود البترولى مما يعمل على حماية البيئة من الملوثات.



شكل (٥) : القدرات الاسمية المركبة لمحطة الكريمات الشمسية عام٢٠١٠م.

خامساً : المقومات الجغرافية التى ساعدت على توطن محطة الكريمات الشمسية

يخضع توطن محطات توليد الكهرباء للعديد من المقومات الجغرافية لاختيار الموقع الأنسب لإنشائها، كما يخضع لعدة اعتبارات فنية، واقتصادية وبيئية مترابطة، تتمثل فى: إتاحة مساحة كافية من الأرض والمساحات الفضاء الواسعة الرخيصة الثمن لإنشاء وتركيب المهمات، وتوفر الوقود اللازم لتشغيل الوحدات بأنواعها، وكذلك توفر المياه اللازمة لأغراض التبريد وتعويض مياه الغلايات، إلى جانب تقييم التأثيرات البيئية المحتملة، فضلاً عن إمكانية ربط المحطة بالشبكة الموحدة بالجمهورية. وليس بالضرورة أن يكون أفضل مكان تم اختياره هو الموقع الأمثل، بل قد يكون هناك أكثر من موقع بديل مناسب لهذه الصناعة أو تلك (فؤاد محمد الصقار، ١٩٨٠، ص ٣٣). وفيما يلى سنحاول التعرف على المقومات الجغرافية التى ساعدت على توطن محطة الكريمات الشمسية.

١) المساحة والعمر الافتراضى للمحطة :

يحتاج هذا النوع من المحطات الشمسية إلى مساحات كبيرة حيث يتطلب إنتاج الميجاوات الواحدة من الكهرباء مساحة من الأرض تصل إلى ست أفدنة ولهذا فقد تم إنشاء محطة الكريمات الشمسية على مساحة ٥٤٠ ألف متر مربع بما يعادل ١٢٨.٥ فدان وتشغل مساحة يصل طولها ٩٠٠ متر وعرضها نحو ٦٠٠ متر (محطة الكريمات الشمسية، الشئون الفنية، ٢٠١٠م)، وقامت هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة باختيار تلك المنطقة نظراً لوفرة الأشعاع الشمسى بها كما سبق وكذا لتوافر مساحات الأرض الصحراوية الواسعة والرخيصة الثمن والبعيدة عن النطاق العمرانى وعن الأراضى الزراعية حفاظا على الرقعة الزراعية، وتنقسم المحطة إلى أربع حقول شمسية بالإضافة إلى محطة التوليد الغازية (شكل ٦).

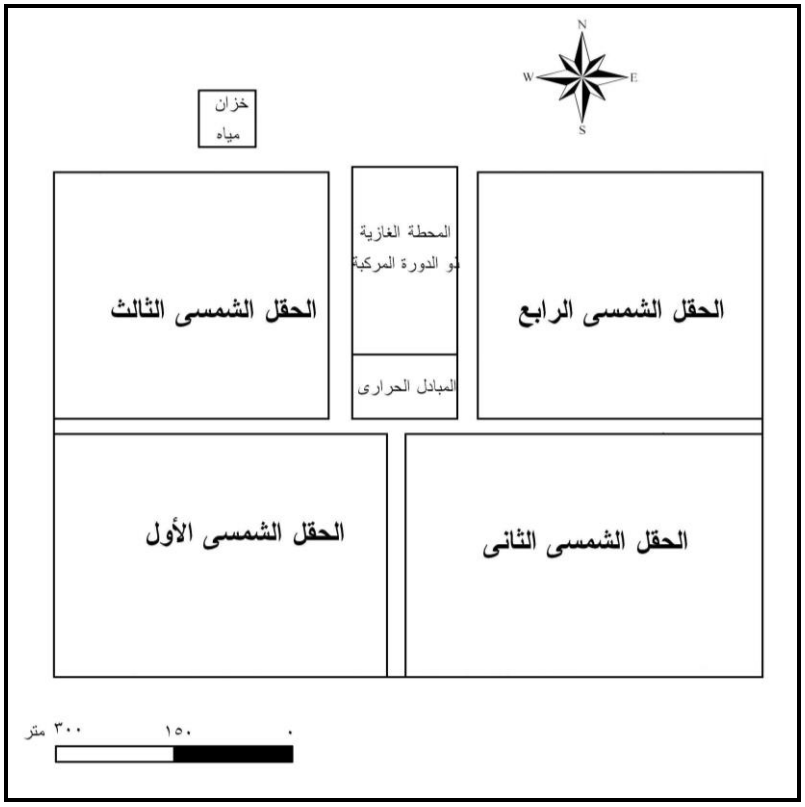
حيث يحتوى كل من الحقل الشمسى الأول والثانى على ٢٢ حلقة Loop بواقع ١١ حلقة لكل منها، بينما الحقل الشمسى الثالث والرابع يشتملان على ١٨ حلقة بواقع ثمان حلقات لكل منها (صورة ٥)، أى أن الحقلين الأول والثانى يضمان ١٠٥٦ وحدة مجمعة حرارية Collector بواقع ٥٢٨ وحدة لكل منها، بينما الحقلين الثالث والرابع يضمان ٨٦٤ وحدة مجمعة حرارية بواقع ٤٣٢ وحدة لكل منها، حيث يصل مجموع الوحدات المجمعة الحرارية بالمحطة الشمسية ١٩٢٠ وحدة مجمعة حرارية. ويصل متوسط العمر الافتراضى لمحطة الكريمات الشمسية نحو ٣٠ عاما ولكن يمكن زيادة وتجديد هذا العمر الافتراضى بعد تجديد وصيانة المعدات وإحلال معدات جديدة بدلاً من القديمة.

٢) طبوغرافية سطح الارض :

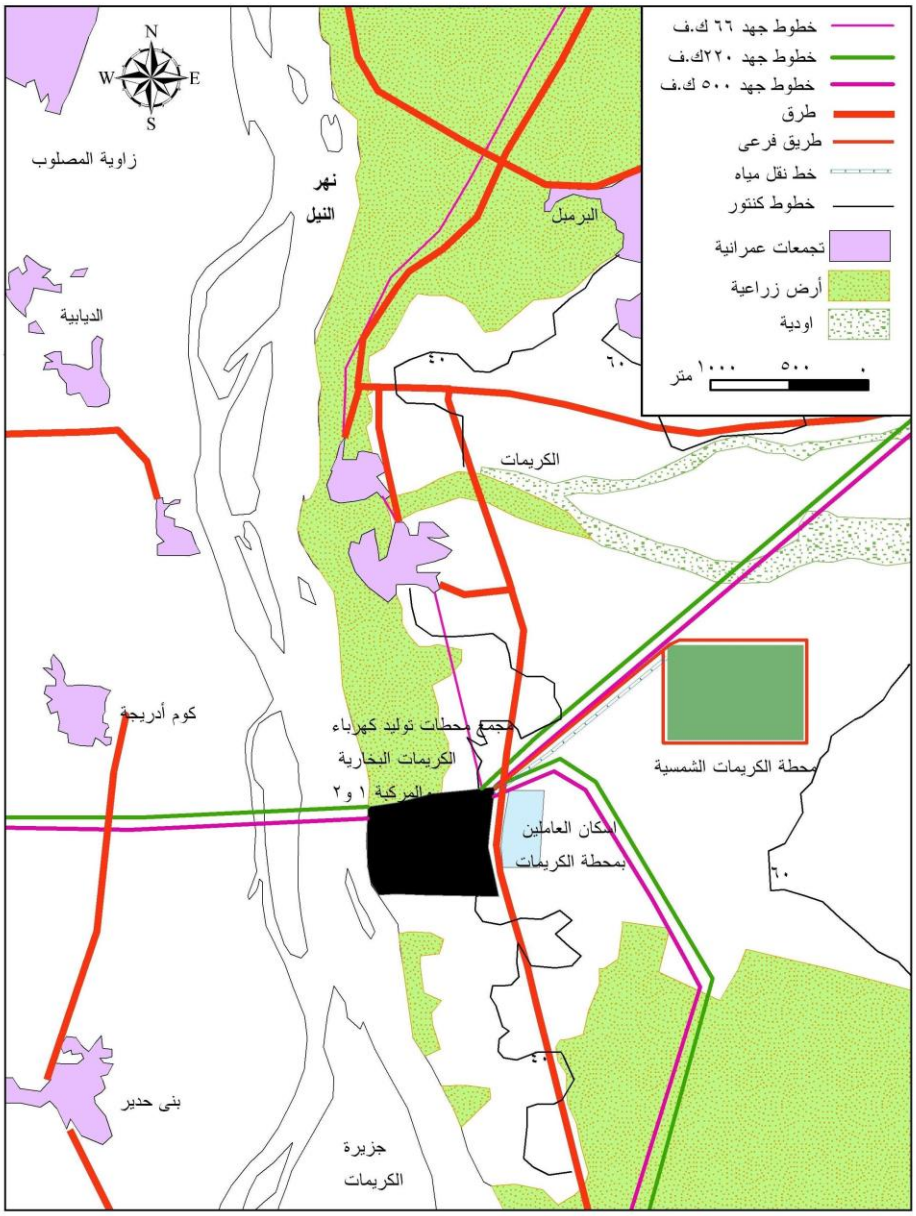
تجدر الاشارة إلى أن إختيار المساحات الواسعة للمحطة يتوقف على الخصائص الطبوغرافية للمنطقة، إذ ينبغى أن تكون الأرض مستوية، وعند تحديد الموضع الجغرافى ومساحته يجب الأخذ فى الاعتبار التوسعات المستقبلية المحتملة، وهما ما توفر عند

اختيار موضع محطة الكريمات الشمسية حيث يحيط بالمحطة مساحات واسعة للتوسعات المستقبلية للمحطة وإنشاء حقول شمسية جديدة بجوار المحطة.

ويتبين من الخريطة الطبوغرافية شكل رقم (٧) أن المحطة مقامة على أرض مستوية على منسوب ٥٤ متر فوق مستوى سطح البحر حيث أنها محصورة بين خطى كنتور ٤٠ ، ٦٠ متراً فوق سطح البحر، بينما منسوب مياه النيل عند منسوب ٢٣ متراً فوق مستوى سطح البحر أى أن هناك فارق منسوب يصل إلى ٣١ متراً يستلزم معه مضخات لرفع المياه لهذا المنسوب لتوفير احتياجات المحطة من المياه.



شكل (٦) : التقسيم الداخلى لمحطة الكريمات الشمسية.



المصدر: الهيئة المصرية العامة للمساحة، لوحة الوسطى، مقياس١:٥٠٠٠٠ طبعة ١٩٩٥م.

شكل (٧) : بعض الظاهرات الطبوغرافية حول محطة الكريمات الشمسية عام ٢٠١٠م.

المصدر: الدراسة الميدانية لمحطة الكريمات فى سبتمبر ٢٠١٠م.

صورة (٥) : الحقل الشمسى الأول بمحطة الكريمات عام ٢٠١٠م.

ويلاحظ من الخريطة الطبوغرافية أن محطة الكريمات الشمسية تقع جنوب وادى الكريمات بنحو نصف كيلو متر الذى يصب فى نهر النيل حتى تكون المحطة فى مأمن من السيول الفجائية.

٣) الظروف المناخية :

يتبين من الأطلس الشمسى لمصر أن منطقة الكريمات تتلقى معدل اشعاع شمسى مباشر قدر بنحو ٢٤٠٠ك.و.س/م٢/سنة وهو العامل الجغرافى الحاسم لاختيار هذا الموضع ليكون موطن أول محطة لتوليد الكهرباء من الأشعاع الشمسى

بالدولة. أما بالنسبة إلى طبيعة الرياح التى تهب على المنطقة فيلاحظ أنه إذا كانت سرعة الرياح كبيرة قد تؤدى إلى حدوث أضراراً على الهيكل الإنشائى لهذه المرايات، إضافة إلى ما قد تحمله هذه الرياح من غبار وأتربة توثر على المرايات الشمسية الأمر الذى يتطلب سرعة تنظيفها من الغبار، ولهذا كان من الضرورى معرفة سرعة الرياح وأتجاهاتها على المنطقة لتجنب هذه المخاطر.

يتبين من الجدول (٣) الذى يوضح النسب المئوية لتكرار هبوب الرياح والمتوسطات الشهرية والفصلية لسرعة الرياح أن سرعة الرياح تزداد فى فصل الصيف، حيث سجلت أعلى قيمة لها ١١.٨عقدة/ساعة، أى نحو ٢١.٢٤كم/ساعة يليه فصل الخريف وسجلت أعلى قيمة لها ١٠.٥ عقدة/ساعة أى ١٨.٩كم/ساعة، فى حين تقل سرعة الرياح فى فصلى الربيع والشتاء حيث بلغت نحو ٩.٩ و ٧.٥ عقدة/ساعة على الترتيب، أما اتجاهات الرياح السائدة، فهى الشمالية الشرقية، والشمالية الغربية، والشمالية.

ولكى يتم حماية المحطة الشمسية من سرعة الرياح وخصوصاً فى فصل الصيف، حيث تزداد سرعتها التى قد تكون محملة بالغبار حيث تقع المحطة وسط منطقة مفتوحة وتحيطها الرمال من كل الجهات فقد أقيم سور أسمنتى حول الحقل الشمسى بأرتفاع ٦.٥ متر (صورة ٦) لحماية المجمعات الشمسية والمرايات من الرياح السطحية المحملة بالغبار، وايضاً فقد تم الرصف أسفل المرايات الشمسية ووضع كسر الحجارة والزلط فى الفراغات البينية داخل الحقل الشمسى لحماية المرايات الشمسية من الغبار (صورة ٧) وكان يفضل عمل حزام واقى من الأشجار قبل الحقل الشمسى بمسافة مناسبة بتكاليف أقل من السور فى اتجاه الرياح حماية للعواكس والمرايا التى تمثل العمود الفقرى فى توليد الطاقة الكهربائية الشمسية.

جدول (٣) : النسب المئوية لتكرار هبوب الرياح والمتوسطات الشهرية والفصلية لسرعة الرياح في محطة حلوان خلال الفترة (١٩٨٦م-٢٠٠٤م).

المحطة / الاتجاه	شمال	شمال شرق	شرق	جنوب شرق	جنوب	جنوب غرب	غرب	شمال غرب	سكون
حلوان	١٩,٨	٢٩,٨	٣,١	٤,٨	٢,٧	٤,٦	٣,٣	٢٥,١	٦,٨

١- النسب المئوية لتكرار هبوب الرياح (٪)

٢- المتوسطات الشهرية والفصلية لسرعة الرياح (عقدة)

المحطة / الشهور													
	الشتاء			الربيع			الصيف			الخريف			السكون
	ديسمبر	يناير	فبراير	مارس	ابريل	مايو	يونية	يوليو	أغسطس	سبتمبر	أكتوبر	نوفمبر	
حلوان	٨	٦,٨	٧,٨	٩,٠	١٠,٠	١٠,٨	١١,٧	١١,٦	١٢,٠	١٠,٩	١١,٠	٩,٥	٢,٣
المتوسط الفصلي	٧,٥			٩,٩			١١,٨			١٠,٥			-

المصدر: الهيئة العامة للأرصاد الجوية، الإحصاءات المناخية، بيانات غير منشورة في الفترة بين ١٩٨٦م إلى ٢٠٠٤م، مصدر سابق.

المصدر: الدراسة الميدانية لمحطة الكريمات فى سبتمبر ٢٠١٠م.

صورة (٦) : سور اسمنتى لحماية المحطة الشمسية من الرياح المحملة بالغبار عام ٢٠١٠م.

المصدر: الدراسة الميدانية لمحطة الكريمات فى سبتمبر ٢٠١٠م.

صورة (٧) : الطريق المرصوف حول المرايات فى المحطة الشمسية عام٢٠١٠م.

٤) المياه :

يعد القرب من مصادر المياه من أهم العوامل التى تؤثر على توطن محطات الكهرباء الحرارية، وخاصة البخارية منها، وتستخدم المياه لثلاثة أغراض هى: توليد البخار اللازم لتشغيل التوربينات، وعمليات التبريد، والاستخدامات العامة بالمحطة (محمد محمود إبراهيم الديب، ١٩٩٣م، ص ٤٠٣).

ونظراً لأن محطة الكريمات الشمسية تعمل بنظام الدورة المركبة حيث تتكون من قسمين: شمسى، وحرارى يعمل بنظام الدورة المركبة فإنها تحتاج إلى المياة ويتم سد احتياجات المحطة من المياه عن طريق خط مواسير مأخذه من نهر النيل عند محطة الكريمات البخارية على الضفة الشرقية للنيل بطول ٣ كيلو متر وقطره ١٢ بوصة. وتستخدم المياه فى المحطة لثلاثة أغراض هى: توليد البخار اللازم لتشغيل التربينات، وعملية التبريد، والإستخدامات العامة بالمحطة. وتتم معالجة المياه عن طريق الخطوط التالية (محطة الكريمات الشمسية، إدارة التشغيل، ٢٠١٠م):

أ- **المعالجة الأولية** : بعد نقل المياه من نهر النيل إلى الخزان الرئيسى (صورة ٨) يتم حقن المياه بالكلور ومروقات حقن الشبة والبلمر والغسيل العكسى والمروقات.

ب- **الفلاتر**: عن طريق طبقات من الرمال والزلط لإزالة العوالق ثم يتم وضع نوع من أنواع الكربون لأزالة الروائح غير المستحبة المياه.

ج- **معالجة مياه الشرب** : عن طريق فلتر كربونى نشط لفلترة المياه وإزالة المواد العضوية، وتبلغ كمية مياه الشرب المنتجة ٥ م^{٣}/ساعة، حيث تستخدم فى الشرب والإطفاء والحمامات وغيرها من الاستخدامات العامة للعاملين بالمحطة.

د- **المياه المقطرة** : وهى المياه التى تستخدم فى توليد البخار فى التربينات ويتم معالجتها عن طريق نزع الاملاح منها بنزع الأيونات الموجبة بأستخدام منظومة نزع الغازات ثم فصل ونزع الأيونات السالبة ثم منظومة لنزع الأيونات الموجبة

والسالبة وبذلك تكون المياه المقطرة خالية من الرواسب والأملاح الضارة، التى يؤدى وجودها إلى تآكل ريش التوربينات، وتكوين الفقاعات التى تعوق تدفق البخار فى الأنابيب، كما تتكون طبقة على أسطح الغلايات تمنع إنتقال الحرارة مما يزيد من معدل أستهلاك الوقود، وتصل تكلفة إنتاج هذا النوع من المياة المقطرة إلى ٣٠٠ جنيه لكل متر مكعب نظراً لخصوصيتها وطرق معالجتها.

وتستخدم المياه المقطرة فى تنظيف المرايات فى الحقل الشمسى من الغبار وتتم هذة العملية مرة كل ٤٨ ساعة نظراً لأن المحطة تقع وسط منطقة مفتوحة وتحيطها الرمال من كل الجهات التى تنقلها الرياح ولتتراكم على هذه المرايات ويتم ذلك بواسطة عربتان مخصصتان لذلك (صورة ٩)، وتصل سعة تنك العربة من المياه المقطرة ٥ متر مكعب تستخدم فى عملية التنظيف بدقة عالية منعاً لتجريح وخدش المرايا العاكسة.

٥) محطات توليد الكهرباء الحرارية بالكريمات وشبكة نقل الكهرباء :

تبين أن من أهم العوامل الجغرافية التى ساعدت على توطن محطة الكريمات الشمسية بالمنطقة هو قربها من مجمع توليد الكهرباء الحرارية بالكريمات والذى يضم ثلاث محطات توليد بالكريمات: البخارية، والمركبة١، والمركبة٢، والذى ساعد بدرجة كبيرة على إنشاء بنية أساسية كهربائية قوية استفادت منها محطة الكريمات الشمسية، فمثلاً عن طريق خط الغاز الطبيعى الواصل لمجمع محطات الكريمات الحرارية، فقد تم مد وصلة منه بطول ١.٥ كيلو متر لتغطية احتياجات محطة الكريمات الشمسية منه. وبالإضافة إلى ذلك تقترب محطة الكريمات الشمسية من الشبكة الكهربائية الموحدة الموجودة بالمنطقة حيث يمر بجوارها خط جهد ٥٠٠ ك.ف، وخط جهد ٢٢٠ ك.ف، وخط جهد ٦٦ ك.ف. (شكل ٧)، مما يساعد على نقل الطاقة الكهربائية المنتجه بالمحطة عبر الشبكة الكهربائية الموحدة بالدولة بدون تكاليف إضافية جديدة.

المصدر: الدراسة الميدانية لمحطة الكريمات فى سبتمبر ٢٠١٠م.

صورة (٨) : خزان حفظ المياه فى محطة الكريمات الشمسية عام ٢٠١٠.

المصدر: الدراسة الميدانية لمحطة الكريمات فى أبريل ٢٠١١م.

صورة (٩) : عربة تنظيف مرايات المحطة الشمسية عام ٢٠١٠م.

٦) الطرق :

إن القرب من شبكة طرق جيدة من الأمور الهامة التى تساعد على توطن محطة الكريمات الشمسية فبواسطة هذه الطرق يتم نقل المعدات الثقيلة إلى المحطة وتنفيذ أعمال الحفر وإقامة منشأت ونقل المعدات الميكانيكية والهندسية الخاصة بالمحطة، وتحظى المنطقة بتوافر شبكة نقل تربطها ببقية المركز ومنطقة الدراسة منها: طريق المنيا/ الوسطى الذى يمتد من الجنوب إلى الشمال حتى قرية الكريمات. وتم رصف طريق خاص بالمحطة متفرع من طريق الكريمات حتى المحطة بطول ٢.٥ كم وهو طريق مفرد مرصوف حول المحطة لخدمة أعمال الصيانة بالمحطة.

٧) الاعتبارات البيئية :

تعد القضايا البيئية فى الوقت الحالى محور اهتمام المخططين، وقد أصبح واضحاً أن التأثيرات البيئية لاستخدام الطاقة لا يمكن تجنبها كلية، وإن أمكن الحد منها، ومن أهم هذه التأثيرات ما يعرف بظاهرة الإحتباس الحرارى التى تؤدى إلى ارتفاع درجة حرارة الجو؛ نتيجة تركيز غازات الإحتباس الحرارى فى الغلاف الجوى، وأهمها غاز ثانى أكسيد الكربون (وزارة الكهرباء، جهاز تخطيط الطاقة، ٢٠٠٠م، ص ٣٩)، ويعد هذا الغاز مسئولاً عن نحو ٥٠٪ من أسباب حدوث هذه الظاهرة. وتؤكد الدراسات أنه إذا استمرت زيادة تركيز ثانى أكسيد الكربون بالمعدلات الحالية نفسها، سترفع درجة حرارة الأرض بنحو يتراوح ما بين ١.٥ إلى ٤.٥° مئوية (حسين عبدالله، ١٩٩٢م، ص ص ٩-١٠).

وبتشغيل محطة الكريمات الشمسية أدى ذلك إلى توفير ١٠٠٠٠ طن بترول مكافئ/سنوياً، كان سيستخدم فى التوليد الحرارى وما يتبع ذلك من عوادم الغازات الضارة وثانى أكسيد الكربون وغيرها من الملوثات فى الغلاف الجوى مما يزيد من الإحتباس الحرارى حيث يعد المردود البيئى فى تلك الحالة جيداً وأن كانت هناك

بعض الأمور السلبية للبيئة من أهمها أنها تنتج الغازات الحابسة للحرارة مثلها مثل المحطات التقليدية فى حالة تشغيل الغلايات أثناء فترة عدم سطوع الشمس.

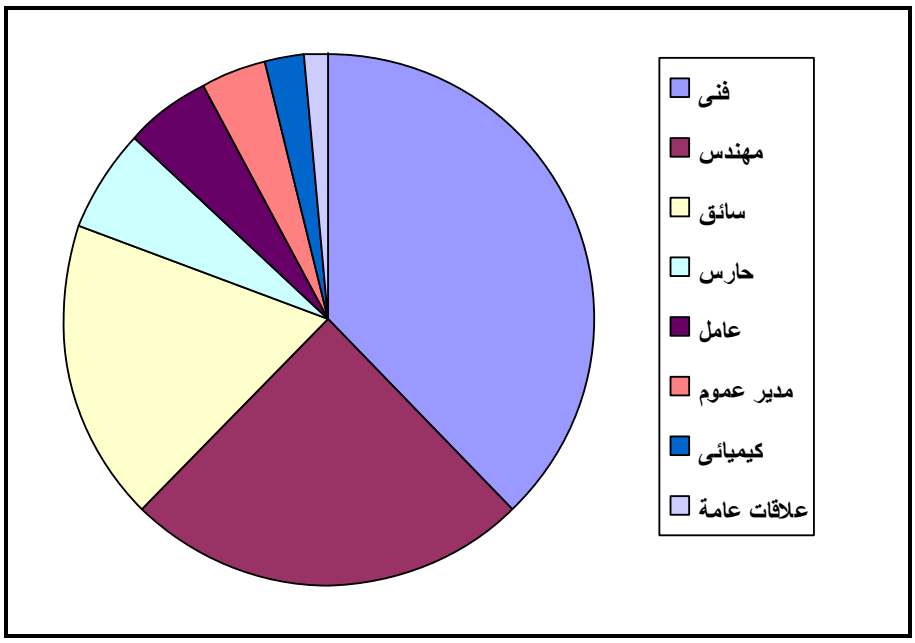
جدول (٤) : توزيع العاملين بمحطة الكريمات الشمسية حسب الوظيفة عام ٢٠١٠م.

الوظيفة	العدد	٪
فنى	٢٩	٣٧.٧
مهندس	١٩	٢٤.٧
سائق	١٤	١٨.٢
حارس	٥	٦.٥
عامل	٤	٥.١
مدير عموم	٣	٣.٩
كيميائى	٢	٢.٦
علاقات عامة	١	١.٣
الجملة	**٧٧**	**١٠٠**

المصدر: محطة الكريمات الشمسية، الشئون الإدارية، بيانات غير منشورة، ٢٠١٠م.

ويتبين من الجدول (٤) والشكل (٨) أن المحطة حققت فرص عمل لنحو ٧٧عاملاً موزعين على الفئات الفنية والهندسية ٣٧.٧٪، ٢٤.٧٪ أى ٦٢.٤٪ من جملة الأيدى العاملة بالمحطة تتمثل فى الجانب الفنى ويعزى ذلك إلى أن صناعة الكهرباء من الصناعات الدقيقة، تتسم بالتقنية العالية، التى تحتاج إلى عمالة هندسية وفنية أكثر منها للعمالة الأخرى، ويلاحظ أن السائقين يمثلون ١٨.٢٪ من جملة العاملين بالمحطة أى ما يقرب من خمس العاملين بالمحطة. ويرجع ذلك إلى أن جميع التنقلات داخل المحطة تتم عن طريق السيارات نظراً لكبر مساحة المحطة.

وكذلك توفر هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة سيارات للعاملين الذين يقيمون بالقاهرة يوميا فى رحلة عمل يومية من القاهرة للمحطة وكذا سيارات لنقل العمالة من مركز الصف إلى محطة الكريمات الشمسية يوميا، أما بالنسبة للعاملة المرتبطة بالوظائف الإدارية والمكتبية فهى قليلة ولكنها لا تقل أهمية عن نظيرتها الهندسية، باعتبارها جزءاً من آلية العمل داخل المحطة.



شكل (٨) : نسب توزيع العاملين بمحطة الكريمات الشمسية عام ٢٠١٠م.

وتجدر الإشارة إلى أن إجمالى عدد العاملين بالمحطة والذى يصل إلى ٧٧ عامل يعد ضئيلاً جداً قياساً لأهمية هذا المشروع الذى يهدف بالأساس لأعداد الكوادر الفنية لتلم بهذا النوع الجديد من التكنولوجيا المتقدمة، فقد ورد فى التقرير السنوى لهيئة الطاقة الجديدة والمتجددة عام ٢٠٠٩م أن المشروع يهدف بالأساس إلى تعميق الخبرة

الوطنية المكتسبة من خلال نقل المعرفة والتكنولوجيا للتوسع فى تنفيذ مشروعات التوليد الحرارى للكهرباء فى مجال استغلال ثراء مصر الطبيعى من مصادر الطاقة الشمسية وتكوين الكوادر الفنية الوطنية القادرة على التعامل مع هذه التقنية (هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، التقرير السنوى ٢٠٠٨/٢٠٠٩م، ص ١٧).

ومما يؤسف له أن هذا الهدف الاسترتيجى لا يطبق، فمن خلال الدراسة الميدانية والزيارات المتكررة للمحطة، وإجراء العديد من المقابلات مع المهندسين والفنيين كانت الشكوى الدائمة هى نقص عدد العاملين حتى أن بعضهم يجد صعوبة كبيرة فى أخذ أجازات لعدم توافر البديل، وعندما جاءت منحة مجانية لبعض المهندسين للتدريب فى أسبانيا على تكنولوجيات الطاقة الشمسية كانت هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة ترفض لعدم وجود بدائل تقوم بالعمل وتشغيل المحطة. وقد كان هذا الرفض موضع تعجب ودهشة كبيرة من الجانب الأسبانى والذى يدير المحطة الشمسية المصرية، أى أن الهدف الاسترتيجى من هذا المشروع لا يطبق أطلاقاً على أرض الواقع.

الخلاصة :

- تعد مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة أفضل البدائل للتقليل من الاعتماد على البترول كمورد ناضب غير متجدد بينما الطاقة الجديدة فهى موارد متجددة ودائمة ونظيفة وغير ملوثة للبيئة ولهذا مردود ايجابى فى المحافظة على البيئة من التلوث وعلى صحة السكان.
- تعد مصر ومنطقة الدراسة من المناطق الملائمة جدا الاستفادة من الطاقة الشمسية.
- تم اختيار موقع محطة الكهرباء الشمسية بالكريمات بأعتبارات جغرافية تحقق سهولة التقاء الموضع بمسارات خطوط نقل الكهرباء بما فى ذلك تأمين ربط

المحطة بالشبكة الكهربائية الموحدة، وكذلك توافر المياه اللازمة لإدارة المحطة وتعويض فاقد الغلايات إلى جانب توافر وجود خط أنابيب الغاز الطبيعى.

- هناك العديد من الطرق المختلفة للإستفادة من الطاقة الشمسية الحرارية فى توليد الكهرباء، وقد أعتمدت محطة كهرباء الكريمات على نظام الأحواض المركزة ذات القطع المكافئ الاسطوانى.
- تتكون محطة الكريمات الشمسية من قسمين أحدهما شمسى بقدرة ٢٠ م.و، والأخر حرارى بقدرة ١٢٠ ميجاوات.
- يعد المردود البيئى لإقامة محطة الكريمات الشمسية جيد حيث أن نشر واستخدام تكنولوجيا الطاقة الجديدة والمتجددة مثل الطاقة الشمسية التى تمتاز بأنها طاقة نظيفة وغير ملوثة للبيئة مما يساعد على مواجهة ظاهرة الاحتباس الحرارى وحماية الغلاف الجوى من التلوث.
- يعد عدد العاملين بمحطة الكريمات الشمسية ضئيلاً قياساً لأهمية المشروع الذى من ضمن أهدافه أعداد الكوادر الفنية لإستيعاب هذا النوع الجديد من التكنولوجيا المتقدمة، وهذا ما لم يتم تحقيقه على أرض الواقع.

المصادر والمراجع

أولاً: المصادر.

١. محطة الكريمات الشمسية، إدارة التشغيل، بيانات غير منشورة، ٢٠١٠م.
٢. محطة الكريمات الشمسية، الشئون الفنية، بيانات غير منشورة،٢٠١٠م.
٣. هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، مصر، التقرير السنوى٢٠٠٨/٢٠٠٩م.
٤. وزارة الكهرباء، جهاز تخطيط الطاقة، الطاقة فى مصر، القاهرة، ١٩٩٩/ ٢٠٠٠م.

ثانياً: المراجع العربية.

١. التقرير الوطنى عن تطور أنشطة الطاقة الجديدة فى جمهورية مصر العربية، هيئة الطاقة الجديدة والمتجددة، مصر، أغسطس، ١٩٩٩م.
٢. حسين العروسى، الشمس أم الطاقات وأنظفها، مكتبة المعارف الحديثة، الاسكندرية، الطبعة الثانية، ٢٠٠٢م.
٣. حسين عبدالله، اقتصاديات الطاقة فى مصر، أكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا، القاهرة، ١٩٩٢م.
٤. حمدى كمال كمال هاشم، التلوث البيئى لمحطات توليد الكهرباء الحرارية فى مصر، دراسة حالة تطبيقية، محطة توليد الكهرباء بالكريمات، ندوة مشكلات البيئة فى مصر، جامعة القاهرة، ٢٠٠٨م.
٥. خلود حسام حسنين حسن، اقتصاديات الطاقة الجديدة والمتجددة وامكانية استثمارها فى مصر، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية التجارة، جامعة عين شمس، ٢٠٠٤م.
٦. رفيق يوسف جورجى، دور الطاقة التجددة فى الوفاء بإحتياجات مصر من الطاقة والحفاظ على البيئة، ندوة الطاقة الكهربائية حاضرها ومستقبلها، جمعية المهندسين المصرية، القاهرة ١١ مارس ٢٠٠٠م.

٧. رئاسة الجمهورية، المجالس القومية المتخصصة، موسوعة المجالس القومية المتخصصة، ١٩٧٤-٢٠٠١م المجلد السابع والعشرون، ٢٠٠١م.
٨. محمد الصقار، الجغرافية الصناعية فى العالم، منشأة المعارف، الإسكندرية، ١٩٨٠.
٩. محمد المعالج، المشاريع الاستراتيجية للوطن العربى فى ضوء القمة الدولية للطاقة الشمسية، الاجتماع السادس للجنة العربية الدائمة للطاقات المتجددة، المنامة، ١٥-١٨/٢/١٩٩٨م.
١٠. محمد محمود إبراهيم الديب، الطاقة فى مصر - دراسة تحليلية فى اقتصاديات المكان، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، ١٩٩٣م.
١١. محمد منير ثابت وأخرون، مصادر الطاقة فى مصر وآفاق تمنيتها، مشروع مصر ٢٠٢٠، منتدى العالم الثالث، المكتبة الاكاديمية، ٢٠٠٢م.

ثالثاً: المراجع الأجنبية.

1. Abohashish, M., Integrated Solar Combined Cycle of Kuraymat, New and Renewable Energy, Authority of Egypt, 12 July 2010.
2. Egyptian Solar Radiation Atlas, Ministry of Electricity and Energy, New and Renewable Energy Authority, Cairo, Egypt, 1998.

* * *